

⑯ BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

⑯ Offenlegungsschrift
⑯ DE 39 34 848 A 1

⑯ Int. Cl. 4:
F01L 1/34
F01L 1/04

DE 39 34 848 A 1

⑯ Aktenzeichen: P 39 34 848.2
⑯ Anmeldetag: 19. 10. 89
⑯ Offenlegungstag: 25. 4. 91

⑯ Anmelder:
Ingelheim, Graf von, Peter, 8309 Au, DE

⑯ Erfinder:
gleich Anmelder

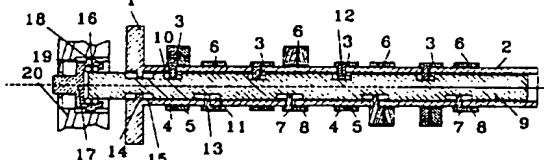
⑯ In zwei und mehr Größen separat mit nur einem Regelorgan verstellbare Nockenwelle

Die Erfindung bezieht sich auf eine in zwei und mehr Größen separat mit nur einem Regelorgan verstellbare Nockenwelle.

Durch Verstellen nur eines Regelorgans 9 sind die zwei bis vier Steuerzeiten, die durch die Lage der Vorder- und Rückflanken der Nocken 3, 6 bestimmt sind, unabhängig voneinander verstellbar.

Dies wird dadurch erreicht, daß endlich vielen Einstellpositionen des Regelorgans jeweils ein Betriebspunkt des Motorbetriebs zugeordnet wird und jede für diesen Betriebspunkt optimierte Steuerzeit in dieser Einstellposition eingestellt wird.

Für jeden der unendlich vielen anderen Betriebspunkte des Motors wird dann eine der endlich vielen Einstellpositionen oder ein Zwischenwert der Einstellungen gewählt.



DE 39 34 848 A 1

Beschreibung

Die Erfindung bezieht sich auf eine in zwei und mehr Größen separat mit nur einem Regelorgan verstellbare Nockenwelle. Nockenwellen dienen vor allem der Regelung der Ein- und Auslaßventile an Verbrennungsmotoren.

Bei bisherigen Verbrennungsmotoren sind die Ventilsteuerzeiten konstant und über das gesamte Betriebsfeld eines Verbrennungsmotors unveränderlich. Eine derartige Regelung kann nur in einem Betriebspunkt optimal sein und führt — insbesondere bei starken Abweichungen von diesem Betriebspunkt — in anderen Betriebsbereichen zu starken Verschlechterungen. In der jüngsten Vergangenheit hat man die Tragweite der Optimierung der Steuerzeiten erkannt und sie als Kernproblem der Motorenentwicklung betrachtet.

Insbesondere die Steuerzeit "Einlaß schließt" hat eine starke Bedeutung. Ein "frühes" Schließen des Einlasses ist bei niedrigen Motordrehzahlen anzustreben, während ein "spätes" Schließen des Einlasses wegen des dann gegebenen "Nachladeeffektes" bei hohen Motordrehzahlen vorzuziehen ist. Es sind verschiedene Vorschläge bekannt, eine Steuerzeit zu verstetzen.

Bei DP 28 22 147 sind die Nocken der Auslaßventile auf einem mit dem Antriebsrad der Nockenwelle drehfest verbundenen hohen Rohr fest und die Nocken für die Einlaßventile über Stifte durch Schlitze in Umfangsrichtung in dem hohen Rohr mit einer Innenwelle verbunden. Durch Verschwenken der Innenwelle läßt sich die Relativstellung der Einlaßnocken ändern.

Bei DP 27 47 88 400 sind ebenfalls die einen Nocken an der Hohlwelle fest und die zu verstellenden Nocken liegen in einer Ausführung als Ringe um die Hohlwelle. Über Stifte greifen sie in Kurven in einer Innenwelle. Hier werden die Nocken durch axiales Verschieben der Innenwelle verdreht.

Ein Nachteil der genannten Lösungen ist, daß mit einem Regelorgan maximal eine Steuergröße stufenlos veränderbar ist. Will man zwei verschiedene Größen z. B. den Öffnungs- und den Schließzeitpunkt des Einlaßventils unabhängig voneinander stufenlos verändern, dann sind zwei verschiedene Regelorgane notwendig. Mit dem ersten wird der gewünschte Öffnungszeitpunkt t_1 (öff) eingestellt und mit dem zweiten der gewünschte Schließzeitpunkt t_2 (schließ). Dies kann man z. B. realisieren, wenn man den Nocken teilt, so daß die Vorderflanke relativ zur Rückflanke verdreht wird und die beiden Nockenteile mit den Flanken separat regelt.

Wenn man einen ganzen Nocken verdreht, ändert sich mit der einen Flanke auch die andere und damit z. B. die wichtige Größe "Ventilüberschneidung".

Für eine besonders günstige Regelung der Ventilsteuerzeiten müßten mindestens drei Größen separat veränderbar und den Betriebsbedingungen anpaßbar sein.

- Die Steuerzeit "Einlaß schließt" drehzahl- und lastabhängig zur Erhöhung des maximalen Drehmoments im untersten oder obersten Drehzahlbereich.
- Die Ventilüberschneidung zur Abgasauftrennung (Abgasrückführung) und damit eine der beiden Steuerzeiten "Einlaß öffnet" oder "Auslaß schließt" drehzahl- und lastabhängig.
- Die Steuerzeit "Auslaß öffnet" zur schnellen Aufheizung des Katalysators in der Warmlaufphase des Motors (vgl. DP 35 06 107 A1)

Mit den bisher bekannten Lösungen ist, wie oben gesagt, für jede separate Einstellung einer Größe ein eigenes Regelorgan und die dafür notwendige Verstellmechanik nwendig. Dies macht die Anordnung aufwendig, teuer und voluminös.

Hier will die Erfindung Abhilfe schaffen. Die Erfindung, wie sie gekennzeichnet ist, ermöglicht für zwei und mehr Steuergrößen eine verschiedenartige Einstellung mit Hilfe nur eines Regelorgans und einer kompakten Verstellmechanik. Dies wird dadurch erreicht, daß jede der zwei und mehr Steuergrößen f_j ($j = 1 \dots k$; $k > 2$ oder $k = 2$) als Funktion zweier oder mehrerer Variablen angesehen wird und für n Punkte P_i des Variablenfeldes ($i = 1 \dots n$; $n = \text{endlicher Wert}$) der Wert f_j jeder Steuergröße festgelegt wird. Mit einem einzigen Regelorgan können mindestens n Positionen E_i , denen jeweils ein Punkt P_i zugeordnet ist, so eingestellt werden, daß durch diese Einstellung jede Steuergröße in die für sie gewünschte Position f_j gefahren wird. Für alle übrigen, unendlich vielen Punkte des Variablenfeldes wird eine der n Positionen oder einer der einstellbaren Zwischenwerte als Einstellposition gewählt.

Dies sei an einem konkreten Beispiel erläutert: Das gesamte über der Motordrehzahl und Motorbelastung aufgespannte zweidimensionale Betriebsfeld wird für endlich viele Betriebspunkte untersucht und für diese Betriebspunkte die Optima der Steuerzeiten gesucht. Jedem dieser Betriebspunkte wird genau eine Einstellposition zugewiesen und die Steuerzeiten in dieser Position "optimal" eingestellt. Für die Umgebungen dieser Betriebspunkte wird eine gleiche oder ähnliche Einstellung als Einstellwert gewählt. Das gesamte Betriebsfeld wird dann durch die endliche Anzahl der Umgebungen überdeckt. Man benötigt also nur endlich viele verschiedene Einstellungen der 2—4 Steuergrößen.

Nimmt man z. B. zur Optimierung vier verschiedene Betriebspunkte (Drehzahl niedrig—Teillast; Drehzahl niedrig—Vollast; Drehzahl hoch—Teillast; Drehzahl hoch—Vollast), dann hat man in diesen Punkten ein Optimum bei z. B. einer ganz bestimmten Einstellung der Öffnungs- und Schließzeiten der Ventile.

Beispiele für Einstellung der Ventilsteuerzeiten:

Punkt 1:
Drehzahl hoch — Vollast:
Auslaß öffnet spät
Einlaß öffnet früh
große Ventilüberschneidung
Einlaß schließt spät

Punkt 4:
Drehzahl gering — Teillast:
Auslaß öffnet früher
Einlaß öffnet später
geringe Ventilüberschneidung
Einlaß schließt früh

Ein Regelorgan, das z. B. durch Linearverschiebung diese vier Punkte einstellen können muß, muß also in mindestens vier Positionen verfahrbar sein. In Position 1 stellt es den Auslaßnocken zurück, die Vorderflanke des Einlaßnockens vor und die Rückflanke des Einlaßnockens zurück.

In Position 4 stellt es den Auslaßnocken vor, die Vorderflanke des Einlaßnockens zurück und die Rückflanke des Einlaßnockens vor.

Jedem Punkt des Betriebsfeldes wird eine der vier Positionen oder eine Zwischenstellung zwischen diesen

Positionen zugewiesen.

Fig. 1 dient der Beschreibung einer Nockenwelle, bei der durch Verstellen eines einzigen Schiebers eine endliche Anzahl v von Verstellmöglichkeiten der Öffnungs- und Schließwinkel von Ein- und Auslaßventil möglich wird. Das Antriebsrad 1 der Nockenwelle ist an einer Hohlwelle 2 drehfest angebracht. Um diese Hohlwelle liegen die in zwei Hälften 4, 5 geteilten Einlaßnockenringe 3 und die in zwei Hälften 7, 8 geteilten Auslaßnockenringe 6. In der Hohlwelle 2 liegt eine Innenwelle 9, die mit den Zapfen 14 der Hohlwelle und dem axialen Schlitz 15 der Innenwelle drehfest, aber axial verschiebbar mit der Hohlwelle verbunden ist. In der Innenwelle 9 sind vier verschiedene, axial mit unterschiedlichen Neigungen in Umfangsrichtung verlaufende Kurven für die insgesamt vier verschiedenen Nockenhälften 4, 5, 7, 8 vorhanden. Von diesen Kurven sind diejenigen 10 für die erste Hälfte 4 des Einlaßnockens 3 und diejenigen 11 für die erste Hälfte 7 des Auslaßnockens 6 gezeigt. Die beiden anderen Kurventypen kann man auf der Vorder- und Rückseite der Innenwelle 9 annehmen. Bei der Montage der Nockenwelle werden die verschiedenen Nockenringe bzw. Nockenhälften ebenso wie die nicht gezeigten Nockenwellenlager über die Hohlwelle gestreift. Während die Lager drehfest mit der Hohlwelle verbunden werden, sind die Nockenteile relativ zur Hohlwelle verdrehbar.

Sie werden mit Stiften 12, 13 durch in Umfangsrichtung verlaufende Schlitzte in der Hohlwelle 2 in den Kurven 10, 11 in der Innenwelle 9 in Umfangsrichtung fixiert. D. h. die Flanken der Kurven verhindern ein Verdrehen der Nockenhälften relativ zur Hohlwelle. Verschiebt man die Innenwelle 9 in axialer Richtung, werden die verschiedenen Nockenhälften 4, 5, 7, 8 von den Flanken der verschiedenen Kurven 10, 11 verschieden stark relativ zur Hohlwelle bzw. zur Innenwelle verdreht. Durch die verschiedenartige Verdrehung zur Hohlwelle ändern die verschiedenen Nockenhälften auch ihre Stellung relativ zueinander. Wenn die einen Nockenhälften 4, 7 für den Öffnungszeitpunkt der von ihnen betätigten Ventile (Vorderflanken der Nocken) und die anderen Nockenhälften 5, 8 für den Schließzeitpunkt der von ihnen betätigten Ventile (Rückflanken der Nocken) zuständig sind, lassen sich damit die Öffnungszeitpunkte und Schließzeitpunkte aller Ventile in endlich vielen, verschiedenen Möglichkeiten halten.

Nimmt man z. B. an, daß für den Teillast- und Vollastbetrieb und für eine geringere und eine höhere Motordrehzahl vier verschiedene Einstellungen der Öffnungs- bzw. Schließzeitpunkte der Ein- bzw. Auslaßventile möglich sein sollen, dann muß die Innenwelle in vier verschiedene Stellungen axial verschoben werden. Diese Verschiebungen werden z. B. mit einer Mechanik bewirkt. Eine derartige Mechanik ist in Fig. 1 skizziert. Die Innenwelle 9 ist mit einem Wälzlager 16 mit einem Schieber 17 verbunden, der mit Gleitstücken 18 in Nuten 19 im Gehäuse 20 gegen Verdrehen gesichert ist. Wenn man den Schieber hydraulisch oder elektrisch verschiebt, wird auch an der drehenden Nockenwelle die Innenwelle 9 axial verschoben und damit die gewünschte Einstellung angefahren.

Eine andere Möglichkeit der axialen Verstellung wäre z. B. daß man die Innenwelle 9 mit einer Feder an der Hohlwelle 2 oder dem Antriebsrad 1 in axialer Richtung abstützt. Am einen Ende der Innenwelle sei ein Permanentmagnet angebracht und diesem Permanentmagnet gegenüber ein Elektromagnet. Durch verschiedene starke Einstellung des Elektromagneten wird der Perma-

nentmagnet verschieden weit gegen die Federkraft abgestellt und damit eine axiale Verschiebung der Innenwelle bewirkt. Bei dieser Lösung entfällt die mechanische Führung mit dem Wälzlager 16 und dem Schieber 17.

Fig. 2 zeigt die Oberfläche der Innenwelle 9 in der Abwicklung. Es seien nur die drei Größen "Auslaß öffnet", "Einlaß öffnet" und "Einlaß schließt" verstellbar. Dafür sind die Nockenhälften 4 und 5 in Fig. 1 durch die Innenwelle 9 verstellbar. Die Nocke 6 ist ungeteilt und ebenfalls durch die Innenwelle 9 verstellbar.

Die Kurve 24 gehört zur Nockenhälfte 4, die Kurve 25 zur Nockenhälfte 5 und die Kurve 26 zum Auslaßnockenring 6. Die senkrechten Geraden deuten die Einstellungen bei den oben skizzierten Betriebspunkten 1: Drehzahl niedrig — Teillast und Betriebspunkt 4: Drehzahl hoch — Vollast an.

Patentansprüche

1. Nockenwelle, bei der zwei und mehr Steuerzeiten S_j zueinander und zu einer Ausgangseinstellung durch Verstellung nur eines Regelorgans 9 verändert werden sollen und bei der die Einstellungen Funktionen zweier oder mehr unabhängiger Variablen $x_i; i = 1, \dots, n$; (z. B. Motordrehzahl und Motorlast) sein sollen ($S_j = f_j(x_1, \dots, x_n); j = 1, \dots, m$; n endlich und größer oder gleich 2) dadurch gekennzeichnet, daß dem Regelorgan für endlich viele Einstellungen E_k (k endlich) Punkte $P_k = (x_1(k), \dots, x_n(k))$ des zwei- oder mehrdimensionalen Variablenfeldes zugewiesen werden und für jede Einstellung E_k jede Steuerzeit S_j auf den für den Punkt P_k gewünschten Funktionswert eingestellt wird und jeder anderen Variablenkombination einer der Einstellwerte E_k oder ein Zwischenwert der mit dem Regelorgan möglichen Einstellungen zugewiesen wird und mit dem Regelorgan 9 eingestellt wird.

2. Nockenwelle unter Patentanspruch 1 mit einer Hohlwelle 2, die drehfest mit dem Antriebsrad 1 verbunden ist und Schlitzte in Umfangsrichtung aufweist, einer drehfest mit der Hohlwelle 2 verbundenen, koaxial oder parallel zur Hohlwelle liegenden und axial verschiebbaren zweiten Welle 9 und mit ringförmig um die Hohlwelle 2 liegenden Nocken 3, 6 oder Nockenteilen 4, 5, 7, 8, dadurch gekennzeichnet, daß in der zweiten Welle 9 mindestens zwei nicht kongruente Kurven 10, 11; 24, 25, 26; sind, die in axialer Richtung mit beliebiger, gleichförmiger oder wechselnder Schrägung in Umfangsrichtung verlaufen und in die beiden Kurven zwei verschiedene Teile 4, 5; 7, 8; eines Nockens oder Teile zweier Nocken 4, 7; 5, 8; 24, 25, 26; eingreifen und bei axialer Verschiebung der zweiten Welle 9 die in die Kurven eingreifenden Nocken oder Nockenteile relativ zueinander und relativ zur Hohlwelle 2 verdreht werden.

3. Nockenwelle unter Patentanspruch 2 dadurch gekennzeichnet, daß die Axialverschiebung mechanisch, hydraulisch, elektrisch bzw. elektromagnetisch oder durch Fliehkraftwirkung erzeugt wird.

4. Nockenwelle unter Patentanspruch 2, 3 dadurch gekennzeichnet, daß für Nocken der Abstand von Vorderflanke und Rückflanke verstellbar ist.

Hierzu 2 Seite(n) Zeichnungen

— Leersseite —

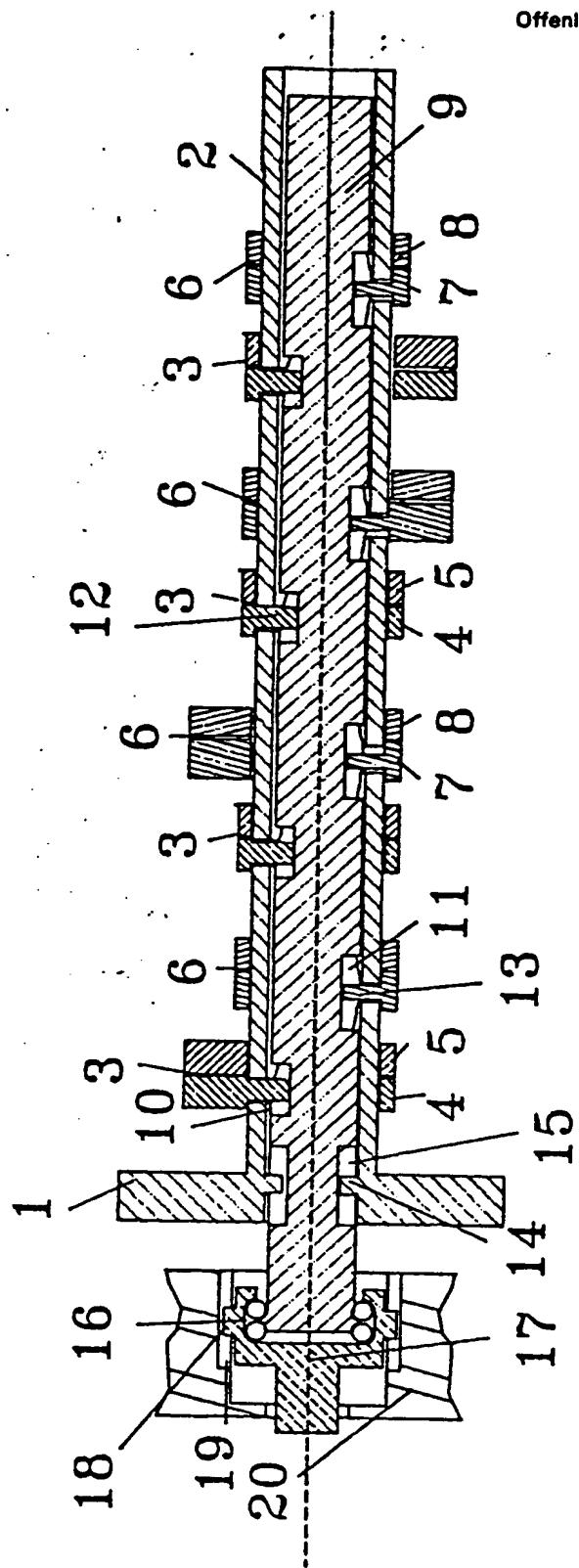


Fig. 1

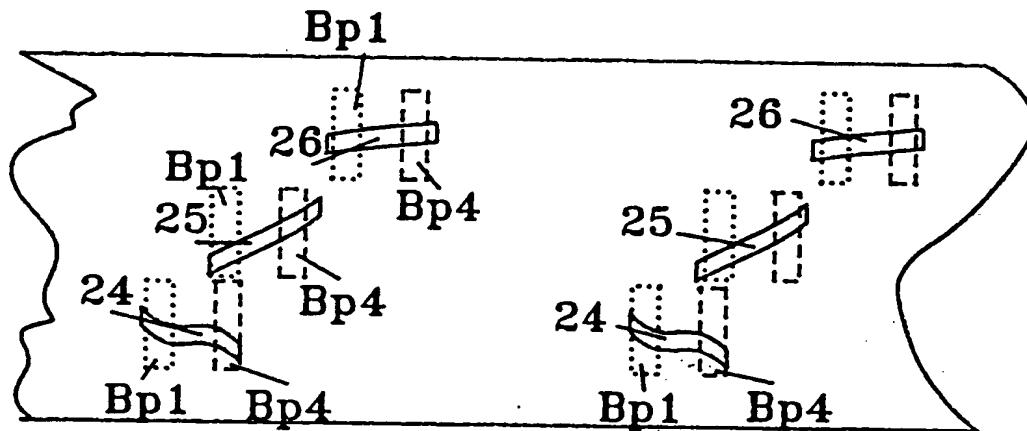


Fig.2